Aus dem
Tierphysiologischen Institut der Universität München.
Vorstand: Professor Dr. J. Paechtner.

Ueber den Grundumsatz weiblicher kastrierter Albino-Ratten.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Universität in München

vorgelegt von

Gerhard Friedrich Warnecke,
Tierarzt aus Langensalza.

München 1939.
Nr. 51/39.

Gedruckt in der Dissertationsdruckerei von Robert Kleinert, Quakenbrück

Aus dem
Tierphysiologischen Institut der Universität München.
Vorstand: Professor Dr. J. Paechtner.

Ueber den Grundumsatz weiblicher kastrierter Albino-Ratten.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Universität in München

vorgelegt von

Gerhard Friedrich Warnecke,

Tierarzt aus Langensalza.

München 1939.

Nr. 51/39.

Gedruckt in der Dissertationsdruckerei von Robert Kleinert, Quakenbrück

Gedruckt mit Genehmigung des Dekans der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.

Dekan: Prof. Dr. med. vet. Wilhelm Ernst.

Berichterstatter: Prof. Dr. med. vet. Johannes Paechtner.

Mitberichterstatter: Geheimrat Prof. Dr. phil. Reinhard Demoll.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. 7. 1939.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Gliederung.

I. Einleitung.

II. Besprechung des Schrifttums über die Wirkung der Kastration auf den Grundumsatz.

III. Eigene Untersuchungen:

A. Methodik und Versuchsbedingungen.

B. Grundumsatz nach Ovariektomie (Versuchsgliederung).

1. Grundumsatz unmittelbar nach der Operation.
2. Grundumsatz bis zu fünf Monaten Beobachtungszeit.
3. Dauerwirkung bis 16 Monate post operationem.

C. Besprechung der Ergebnisse:

1. Grundumsatz unmittelbar nach der Operation.
2. Grundumsatz im Verlauf von fünf Monaten post operationem.
3. Dauerwirkung.
4. Der respiratorische Quotient nach der Kastration.

IV. Zusammenfassung.

V. Schrifttum.

VI. Anhang. Tabellen und Kurven.

Einleitung.

Wie jedes Zeitalter in der Medizin unter einem Leitmotiv steht, so auch das unsere. Seit Bestehen der Endokrinologie, deren wissenschaftliche Anfänge in das vorige Jahrhundert reichen, ist es uns möglich, viele bis dahin ungeklärte Erscheinungen physiologischer oder pathologischer Natur zu erklären. Wie bei den allgemeinen Lebensfunktionen, so kann man auch bei der Einteilung der Hormone von vegetativen als solchen sprechen, die dem Individuum allein dienen, während die generativen zur Erhaltung der Art befähigen. Inwieweit diese beiden Gruppen in Zusammenhang stehen, ist noch nicht restlos geklärt. Offensichtlich aber bestehen Zusammenhänge z. B. zwischen den gonadotropen Hormonen nebst ihrem Wirkungsbereich und der Schilddrüse. Die Art dieser Koppelung oder die eventuelle Abhängigkeit von weiteren endokrinen Kräften ist noch eines der vielen Geheimnisse der alma mater natura, die wir Menschen nur in zäher wissenschaftlicher Arbeit bis zu einem gewissen Grade lüften können.

Sehr gut in ihrer Wirkung erforscht sind die Geschlechtshormone. Trotz ihrer nachgewiesenen Spezifität glaubt man an einen Einfluß auf den Gesamtablauf der Lebensfunktionen eines Organismus. So stellte man schon frühzeitig bei Kastraten einen erhöhten Stoffansatz fest, welchen Umstand man sich bei der Aufstellung von Masttieren nutzbar machte.

Besprechung des Schrifttums.

Auf welchem Wege kommt diese Erhöhung des Stoffansatzes bei gleichbleibender Ernährung zustande? Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die nach Ausfall der Ovarial- bzw. Hodenhormone zu gesteigertem Fettansatz führen können. Entweder tritt eine vermehrte Fettbildung durch spezifische Umstimmung des Stoffwechsels nach Entfernung der Keimdrüsen ein, ohne gleichzeitige Senkung des Erhaltungsbedarfs oder es werden infolge der nach der Kastration eintretenden vermehrten Muskelruhe Energiemengen frei. Diese durch die Senkung des Grundumsatzes freiwerdenden Kalorien können dann zu vermehrter Fettbildung führen, wie dies auch Paechtner (30) an seinen Rindern nachgewiesen hat. Die Steigerung des Fettansatzes tritt jedoch nach Korenchevsky (23) nur bei etwa 60 % der Kastraten ein.

Die mögliche Beeinflussung des Gesamtorganismus durch den Ausfall der Geschlechtshormone könnte man sich auch indirekt über andere Organe, z. B. die Schilddrüse, denken.

Die ungeklärte Frage dieses Problems lautet: **Hat die Entfernung der Keimdrüsen neben der hemmenden Wirkung auf die Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale Einfluß auf den Gesamtstoffwechsel?**

Diese Frage ist seit drei Jahrzehnten oft gestellt und an Hand mannigfacher Versuchsreihen nach verschiedenen Methoden an männlichen und weiblichen Individuen untersucht worden. Eine genaue chronologische Zusammenstellung der Arbeiten finden wir bei Bülling (8).

Wie bei der Kastration der männlichen Individuen, so gehen auch bei der Ovariektomie die Meinungen der Untersucher auseinander. Während die einen jeden Einfluß ablehnen, machen die anderen Zugeständnisse bezüglich des zeitlichen Eintritts oder der Dauer.

Es erscheint angebracht, die Auswirkung der weiblichen Kastration auf den Stoffwechsel einzuteilen in die Zeit unmittelbar nach dem Eingriff, die darauf folgenden Wochen und Monate und schließlich die Dauerwirkung.

Unmittelbar nach der Kastation, darin stimmen fast alle Untersucher überein, stellt sich eine deutliche Senkung des Grundstoffwechsels ein, wahrscheinlich bedingt durch die überstandene Narkose und den daran anschließenden Ermüdungszustand. So sank bei den von Patzek (32) untersuchten drei kastrierten Hündinnen der Grundumsatz von 723 Cal/qm/Tag vor der Kastration auf 467 Cal/qm/Tag unmittelbar nach dem Eingriff.

Bei der weiteren Verfolgung des Grundumsatzes der Kastraten weichen die Versuchsergebnisse bei den verschiedenen Untersuchern und Versuchsobjekten sehr voneinander ab. Während Loewy und Richter (26) und auch Patzek (32) bei einer kastrierten Hündin einen Wiederanstieg des Grundumsatzes in den ersten Wochen bis zur ursprünglichen Höhe beobachteten, haben andere als Wirkung der Kastration eine Senkung der Grundumsatzwerte erst nach Wochen und Monaten festgestellt.

Als ein drittes Stadium nach der Kastration ist die Zeit zu betrachten, die nach Ausgleich des Blutkreislaufes nicht mehr unter dem Einfluß der Wundheilung steht. Diese Periode wird von den meisten Autoren fast ausschließlich betrachtet, da eine wirtschaftliche und therapeutische Auswertung der Kastration von einer Dauerwirkung derselben auf den Organismus abhängt. Wie in gleichlaufenden Versuchen über den Einfluß des Sexualcyklus' auf den Grundumsatz, so wurde auch hier keine klare Entscheidung getroffen. Die positiven Ergebnisse stehen den negativen bezüglich einer Dauerwirkung fast gleichwertig gegenüber.

Während Lüthje (27), Bertschi (6), Plaut (33), Hornung (16), Heyn (15) und King 19) an den verschiedensten Objekten nach zum Teil sehr langer Beobachtungszeit (Lüthje bis 3 Jahre) keine Veränderung des respiratorischen Grundstoffwechsels nach der Kastration finden, können Andere dagegen eindeutig nachweisen, daß nach Ausfall

der Geschlechtshormone eine sichtliche Herabsetzung desselben stattfindet.

So berichten Loewy und Richter (26) bei einer kastrierten Hündin von einer Senkung nach 10—14 Wochen von 20 %, Tsubura (37) bei mehreren Kaninchen von Senkung des GU erst nach Wochen, Patzek (32) bei drei weiblichen Hunden von dauernder Senkung des Sauerstoffverbrauches, Hemmingsen (14) von einer geringen Senkung bei Ratten nach Monaten, Fraser und Wiesner (11) und Arvax (2) bei Ratten von Senkung des Sauerstoffverbrauches von 10—15 %, L. v. Zuntz (40) bei vier Frauen von ausgeprägter Senkung nach längerer Zeit. Auch Kraul und Halter (24) stellen bei 5 Frauen verminderten Stoffwechsel nach der Kastration fest. Dagliotti (10) verzeichnet bei weiblichen Ratten eine dauernde Senkung des GU, verbunden mit Gewichtszunahme. Chahovitch (9) et Vichnyitch fanden eine starke Senkung, „oft schon vom 18. Tag post operationem an". Es handelt sich bei ihren Versuchstieren um Ratten beiderlei Geschlechts. Zusammenfassend sagt Trendelenburg (36), daß die Abnahme des respiratorischen Grundumsatzes nach Kastration der weiblichen Tiere nicht mehr als im Durchschnitt 20—25 % betrage.

Sehr beachtlich dürften die Hinweise von Hemmingsen (14) sein, der die Berücksichtigung der Körperinnentemperatur bei den respiratorischen Stoffwechseluntersuchungen fordert. Nach seinen Angaben entspricht eine Differenz der Körpertemperaturen von 1½ Grad einer Verschiebung des Grundumsatzes von ca. 10 %. Dieser Faktor wäre aber m. E. bei entsprechend zahlreichen Versuchen zu verschiedenen Tageszeiten auszugleichen. Was die Ausnutzung von Nachtversuchen mit Ratten betrifft, so stellt Bülling (8) fest, daß diese wegen starker Unruhe unbrauchbar waren und abgebrochen werden mußten. Dieser Umstand ist um so erklärlicher, als die Ratte von Natur ein Nachttier ist, sich also bei Tage viel ruhiger verhält und meist schläft. Auch bei meinen Versuchen hat sich herausgestellt, daß nach Abdunkelung des Respirationskastens die Tiere unruhig sind, während bei Beleuchtung mit Tages- oder Kunstlicht eine sichtliche Beruhigung eintritt. Bei sogenannten Tagestieren dürften die Verhältnisse umgekehrt liegen.

Die oben dargelegte Verschiedenheit der Meinungen der Untersucher läßt weiterhin die folgenden Fragen offen:

1. Besteht überhaupt ein Einfluß der Ovariektomie auf den respiratorischen Stoffwechsel?
2. Nach welcher Zeit und für welche Dauer tritt er ein?
3. Hängt dieser Einfluß von Alter und Spezies des Versuchstieres ab, weiter vom Funktionszustand der Ovarien zur Zeit der Kastration sowie von der Jahreszeit?

Bülling (8) hat in seiner Dissertation neben der eigentlichen Fragestellung dieses Problem berührt und auch, zusammen mit mir, diesbezügliche Versuche an Ratten ausgeführt. Er schließt diese Untersuchungen mit dem Satz ab:

Der Grundumsatz sinkt sofort nach der Kastration, um allmählich von Tag zu Tag zur Norm zurückzukehren. Diese wird etwa 14 Tage nach der Operation erreicht. 4—7 Wochen kastrierte Ratten zeigen den gleichen Grundumsatz wie normale.

Da Veränderungen im Organismus, besonders wenn sie durch endokrine Einflüsse bedingt sind, längere Zeit zu ihrer deutlichen Auswirkung benötigen, wurde mir zur Aufgabe gemacht, die von Bülling (8) in seiner Arbeit auf Seite 34 mit I und II bezeichneten Tiere in den folgenden Monaten bezüglich ihres respiratorischen Grundumsatzes zu verfolgen. Dabei habe ich dieselbe Apparatur benutzt wie mein Vorgänger.

Um eine Wiederholung zu vermeiden, darf ich wohl auf die eingehende und mit Zeichnungen und einer schematischen Skizze versehene Beschreibung der Apparatur, sowie der Versuchsbedingungen in der Arbeit von Bülling (8) Seite 21—29 verweisen.

Eigene Versuche.

Methodik und Versuchsbedingungen.

Nachstehend sollen die wichtigsten Versuchsbedingungen kurz zusammengestellt werden.

1. Die Versuchstiere waren gesunde, geschlechtsreife, ca. drei Monate alte Albino-Ratten von 143,0 und 151,6 g Gewicht. Die Kastration erfolgte unter Aethernarkose durch Absetzen der Ovarien nach Unterbindung mit einer Seidenligatur.

   Die Nahrung der Tiere besteht aus gutem Hafer und Wasser, dazu werden zur Deckung des Bedarfes an akzessorischen Nährstoffen Bierhefe, Zitronensaft, Butter und frische Vegetabilien in kleinen Mengen verabreicht.

2. Die zu den offenen Systemen gehörende Versuchsapparatur ist an oben angegebener Stelle von Bülling (8) in seiner Dissertation genau beschrieben.

   Die Gasanalyse erfolgte durch das Zeiß'sche Laboratoriumsinterferometer, das bei Versuchen am Menschen eine Meßgenauigkeit von (±) 1—1,3 % im Sauerstoffverbrauch und (±) 0,2 % in der Kohlensäureproduktion gewährleistet. Die Berechnung des Grund-

umsatzes geschieht nach dem von Bülling angegebenen Beispiel und bezieht sich auf einen qm Körperoberfläche pro Tag, ausgedrückt in Kalorien. Die Körperoberfläche wurde durch Multiplikation von (Gewicht)$^{2/3}$ mit K = 9,13 berechnet.

Die weiteren Versuchsbedingungen waren folgende:

a) Nüchternheit bis zu 24 Stunden, im Durchschnitt 19,3 Stunden.

b) Völlige Muskelruhe, kontrolliert durch eigene Beobachtung des Tieres, außerdem durch pneumatische Registrierung der groben Muskelbewegungen mittels Marey'scher Kapsel auf dem Kymographion wie bei Bülling.

c) Umgebungstemperatur konstant 28 Grad Cels. (Neutraltemperatur) bei langsamer Gewöhnung des Versuchstieres.

Sehr wichtig zur Erreichung eines objektiven Ergebnisses ist für Versuche, die sich über längere Zeiträume erstrecken, die peinliche Kontrolle aller Teile der Versuchsapparatur. Bei den vorliegenden Versuchen wurden die Füllungen der Absorptionsröhren bzw. Trockenröhren mit wasserfreiem Kupfersulfat geprüft, außerdem wurde nach einer längeren Pause in der Versuchsfolge der Inhalt der Röhren erneuert, ebenfalls von Zeit zu Zeit die Schlauchverbindungen ausgewechselt. So wurden im Verlauf der vorliegenden Versuche die Röhrenfüllungen sechsmal erneuert. Einwirkungen der Neufüllungen auf die Grundumsatzwerte der Ratten konnten nicht festgestellt werden.

Grundumsatz nach Ovariektomie.
(Versuchsgliederung.)

Zur Feststellung des Normalgrundumsatzes der zu Versuch stehenden zwei weiblichen Albino-Ratten im Alter von drei Monaten wurden von jedem Tier vier Messungen unter den in den kommenden Versuchen statthabenden Bedingungen vorgenommen. Die schon von Bülling (8) angegebenen Werte sind in Tabelle 1 und Tafel I und II mitverzeichnet.

Die Kastration.

Am 26. Januar 1938 erfolgte gemeinsam mit Bülling die Kastration der beiden Ratten unter Aethernarkose. Von beiden Flanken aus wurde die Bauchhöhle eröffnet, die Ovarien mit einer Seidenligatur abgebunden und abgesetzt.

1. Der Grundumsatz nach der Kastration.
(Eine Stunde bis 10 Tage.)

Die nach der Operation anschließenden Grundumsatzmessungen wurden bei Ratte II nach 60 Minuten, bei Ratte I nach 90 Minuten durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tafel I und II sowie in Tabelle 1 verzeichnet. Weitere Messungen für jedes Tier zeitigten die angegebenen Werte.

2. Grundumsatz nach 20 Tagen bis 5 Monate.

In der Folgezeit habe ich zur weiteren Beobachtung der beiden Kastraten monatlich eine Serie Grundumsatzmessungen vorgenommen, die bis zum 26. Juni 1938 ein Bild über den Zustand bis zu 5 Monaten nach der Kastration geben. Tafel I und II sowie Tabelle 1 geben die einzelnen Werte.

In den nachfolgenden vier Monaten Juli bis Oktober konnten aus äußeren Gründen keine weiteren Versuche gemacht werden.

3. Grundumsatz nach 9 Monaten bis 16 Mon. p. op.

Die Fortsetzung der Untersuchungsreihe erfolgte neun Monate post operationem. Diese Zeit möchte ich als Dauerwirkungsperiode nach der Kastration bezeichnen, wenn man überhaupt von einer Wirkung sprechen kann.

Besprechung der Ergebnisse.

Bei der Besprechung der gefundenen Versuchsergebnisse möchte ich der vorn angegebenen Einteilung folgen.

Grundumsatz unmittelbar post operationem.

Der plötzliche Grundumsatzsturz von 886 auf 705 Cal/qm/Tag bei Ratte I 90 Min. p. op. bzw. von 898 auf 591 Cal/qm/Tag bei Ratte II 60 Min. p. op. dürfte auf die vorangegangene Narkose zurückzuführen sein. Durch Zuführung des allgemeinen Protoplasmagiftes werden nicht nur die Nerven, sondern auch die anderen Körperzellen gelähmt, d. h. der Zellstoffwechsel wird auf ein Minimum herabgesetzt. Der umgekehrte Vorgang, die Ausscheidung des Narkotikums nach unterbrochener Zufuhr, dauert solange an, bis alles Gift den Körper auf demselben Wege wieder verlassen hat. Wie lange diese Ausscheidung durch die Lunge anhält, hängt von der Menge des zugeführten Aethers ab. Jedenfalls dauert sie länger als die Zuführung, da ein Teil des Narkotikums in der Lipoidhülle der Nervenzellen gelöst wird und durch das Sinken des Aetherspiegels im Blut erst allmählich wieder ausgeschieden werden kann.

Ueber den Gasstoffwechsel in Verbindung mit Verabreichung verschiedener Narkotika berichtet Bijlsma (7). Um das Erregungsmoment bei Respirationsversuchen an Ratten auszuschalten, versuchte er die Anwendung einiger Narkotika (Somnifen, Chloralose und Urethan). Das Ergebnis war eine erhebliche Verminderung des Sauerstoffverbrauches.

Ebenso versuchte Kleiber (20) zur Beseitigung der individuellen Schwankungen bei Stoffwechselversuchen die Verabreichung von Amytal und erreichte eine Senkung des Sauerstoffverbrauches um 30 % bei intraperitonealer Einverleibung gegenüber 20 % bei subkutaner.

Auf den plötzlichen Abfall kurz nach der Operation folgt in den nächsten Tagen der Anstieg des Grundumsatzes. Der Organismus reagiert auf die gewaltsame Unterdrückung der Zellfunktionen und tritt infolge der einsetzenden Wundheilung vermehrt in Tätigkeit. Dies ist offensichtlich bei Ratte I am 1. Februar 1938 mit einem GU von 1020 Cal/qm/Tag.

Daß im Anschluß an eine gesetzte Wunde der Gaswechsel erhöht ist, haben z. B. Schneider und Straaten (35) bewiesen. Sie unterscheiden eine dissimilatorische und eine assimilatorische Phase des Wundstoffwechsels. Die bei der Dissimilation durch Umbau und Zerfall von Gewebe entstehenden Zelltrümmer führen zur Anhäufung von unvollständig abgebauten, für den Körper giftigen Zwischenprodukten. Auf diese parenterale Vergiftung antwortet der Körper mit Schutzmaßnahmen, die sich in einer Erhöhung der Oxydationsvorgänge äußern, mit dem Ziel, die giftigen Eiweißprodukte schneller zu verbrennen.

Dieser Zustand der erhöhten Stoffwechselvorgänge gleicht sich in einigen Tagen zu annähernd gleicher Höhe wie vor der Kastration aus. Wird nun die erste Messung nach der Kastration gerade in dieser Zeit ausgeführt, so übersieht der Untersucher die vorher geschilderten Grundumsatzbewegungen und kommt zu dem Fehlschluß, daß die Kastration keine Einwirkung auf den Grundumsatz habe. Dieselbe Möglichkeit, nämlich daß infolge zu langer Intervalle wichtige Veränderungen unbeachtet bleiben, muß auch in der nachfolgenden Beobachtungszeit berücksichtigt werden.

Grundumsatz bis zu 5 Monaten Beobachtungszeit.

Es folgt die Zeit, in der man nach den vorliegenden Versuchen überhaupt erst von einer Wirkung der Kastration sprechen kann. Sie erstreckt sich vom 14. Februar bis zum 26. Juni 1938. Die Versuchsserien in jedem Monat lieferten die nachfolgenden Ergebnisse, wobei zur besseren Uebersicht die Mittelwerte der vorangehenden Perioden mit angegeben sind (Tabelle 1).

Tabelle 1.

Mittelwerte: Ratte I und II.

Zeit	RQ	GU Cal. qm/Tg.	Zahl der Mess.	GU-Senkung in % des vor-operativen GU
ante operat.	0,71	891	8	
60 bzw. 90 Min. p. op.	0,67	648	2	27.3
1—10 Tage post op.	0,83	819	8	8.1
20 „ „ „	0,74	844	2	5.3
2 Monate „ „	0,78	677	9	24,0
3 „ „ „	0,90	611	4	31.4
4 „ „ „	0,91	555	3	37.7
5 „ „ „	0,91	643	5	27.9

Es zeigt sich, daß in der Zeit zwischen ein und zwei Monaten nach der Kastration ein deutliches Absinken des Grundumsatzes einsetzt. Der tiefste gemessene Stand ist bei Ratte I in der Versuchsserie vom 7. und 16. Mai mit 504,3 Cal/qm/Tag im Mittel erreicht, bei Ratte II etwas früher (20. und 24. April 1938) mit 570 Cal/qm/Tag. In der folgenden Zeit steigt der Grundumsatz langsam wieder an.

Die größte Senkung betrug, gemessen an den von der Kastration gefundenen Werten, 4 Monate post operationem im Mittel von beiden Tieren 37,7 %. Für die Zeit 3—5 Monate nach der Kastration, während derer der Umsatz zunächst abnimmt, später wieder ansteigt, errechnet sich ein durchschnittlicher GU von 603 Cal/qm/Tag, der 32,3 % unter dem voroperativen Wert liegen würde.

Da aber seit der Bestimmung des voroperativen GU die Tiere ausgewachsen sind, wäre bei der Berechnung des Hundertsatzes der Senkung als Bezugswert richtiger der GU erwachsener Ratten einzusetzen. Auf die Frage des Grundumsatzes normaler erwachsener Ratten komme ich später (S. 17) nochmals zurück. Legt man den von Bülling mit gleicher Apparatur und Methodik für erwachsene weibliche Ratten desselben Stammes ermittelten Wert 758 Cal zugrunde, der dem Literaturmittel (776 Cal) sehr nahe kommt, so ergibt sich als maximale Umsatzerniedrigung der Kastraten 26,8 % (4 Mon. p. castr.), bzw. als durchschnittliche 20,4 % (3—5 Mon. p. c.) des normalerweise zu erwartenden Wertes. So berechnet stimmt demnach das Ausmaß der Senkung mit dem von Trendelenburg (36) angegebenen Betrag von 20—25 % befriedigend überein.

Um etwaige Allgemeinerkrankungen, die eine Verringerung der Stoffwechselvorgänge zur Folge haben könnten — Avitaminosen oder sonstige Ernährungsstörungen — auszuschalten, werfen wir einen Blick auf die graphische Darstellung (Tafel IV, Abbildung 2), die die Körpergewichtsbewegung der beiden Tiere während der Versuchsperioden

Tabelle 2.
Bewegung des Körpergewichts in Gramm.

Zeit	Ratte I	Ratte II
letzte Messung ante oper.	153	146
90 bzw. 60 Min. post oper.	145	143
1 Tag „ „	156	137
2 Tage „ „	147	133
6 Tage „ „	153	130
10 Tage „ „	159	134
1 Mon. „ „	164	141
2 Mon. „ „	158	159
3 Mon. „ „	171	163
4 Mon. „ „	181	166
5 Mon. „ „	185	175

Weitere Angaben über das Körpergewicht sind in Tafel IV, Abbild. 2 enthalten.

veranschaulicht. Als Gradmesser für die Gesundheit der wachsenden Organismen ist die Gewichtszunahme ein sicherer Faktor.

Abgesehen von kleinen Schwankungen bis zu zwei Monaten nach der Kastration steigt das Körpergewicht während der für unsere Grundumsatzmessungen wichtigen Monate kontinuierlich an, ein Zeichen, daß in dieser Zeit keine wesentlichen Allgemeinstörungen vorgelegen haben.

Die erhaltene Grundumsatzsenkung etwa vom zweiten bis zum vierten Monat nach der Kastration dürfte nach Ausschaltung anderer Gründe auf den Ausfall der Geschlechtsfunktionen zurückzuführen sein. Die Energiemengen, die einerseits durch die bisherige Versorgung der Ovarien und des nunmehr atrophierten Uterus, andererseits zur Abwicklung des Cyclus und der damit einhergehenden Proliferationsvorgänge benötigt wurden, werden frei, d. h. der Organismus kann nach dem Gesetz des geringsten Aufwandes mit weniger Kalorien die Lebensfunktionen abwickeln.

Es bleibt noch zu erklären, warum der Grundumsatz nach einer gewissen Zeit wieder ansteigt. Die Gründe hierfür sind vorerst nicht klar ersichtlich; es wäre denkbar, daß die oft bei Kastraten gefundene Hypertrophie der Hypophyse verantwortlich ist. In dieser Hinsicht haben neuestens Gumbrecht und Loeser (13) aufschlußreiche Versuche an Ratten unternommen, bei denen sie die Korrelation der einzelnen Teile des Sexualapparates einschließlich der Hypophyse und der Schilddrüse durch exakte Versuche nachweisen konnten. Danach erfolgt nach Ovariektomie bei Ratten nicht nur eine vermehrte Produktion des gonadotropen Hormons, sondern auch eine Vermehrung des thyreotropen Wirkstoffes der Hypophyse.

Dauerwirkung.

Die neun Monate nach der Kastration wieder aufgenommenen Versuche zeigten, daß der Energiebedarf der beiden Tiere nahezu die Höhe des Grundumsatzes normaler Ratten erreicht hat und diesen Wert in der Folgezeit innerhalb der physiologischen Schwankungsbreite beibehält. Die Messungen ergaben:

Tabelle 3.

		Ratte I	Ratte II	Durchschnitt
9 Mon. p. op.	RQ	0,68	0,73	0,70
30. 10. bis 3. 11. 38	GU	853	771	812 Cal/qm/Tg.
Zahl der Messungen:		2	2	4

		Ratte I	Ratte II	Durchschnitt
10 Mon. p. op.	RQ	0,72	0,71	0,715
26. 11. bis 17. 12. 38	GU	810	857	833 Cal/qm/Tg.
Zahl der Messungen:		4	2	6

		Ratte I	Ratte II	Durchschnitt	
12 Mon. p. op.	RQ	0,77	0,77	0,77	
15. 1. bis 29. 1. 39	GU	812	789	800	Cal/qm/Tg.
Zahl der Messungen:		3	3	6	

		Ratte I	Ratte II	Durchschnitt	
16 Mon. p. op.	RQ	0,97	0,77	0,87	
13. bis 16. 6. 39	GU	694	854	774	Cal/qm/Tg.
Zahl der Messungen:		1	2	3	

Bei der Betrachtung dieser Grundumsatzwerte erscheint es angebracht, die Ergebnisse auf etwa vorhandene äußere Einflüsse, die neben Verpflegung und Haltung der Versuchstiere die Stoffwechselfunktionen beeinflussen können, zu untersuchen. Da wären an erster Stelle die Verhältnisse zu erwähnen, unter denen die Grundumsatzmessungen ausgeführt wurden. Das psychische Moment der Angst kann ich bei meinen Versuchstieren ausschließen, denn die Ratten waren durch die häufigen Vor- und Hauptversuche derart an das Verweilen in der warmen Respirationskammer gewöhnt, daß sie oft schon nach kurzer Zeit ruhig einschliefen, ohne die geringsten Aufregungserscheinungen zu zeigen.

Auch der um durchschnittlich 4,4 mm Quecksilber erhöhte Luftdruck wurde gut vertragen, wie dies das unveränderte Befinden der Tiere nach dem Versuch zeigte. Das Gleiche gilt von den Hungerperioden.

Bezüglich eines Einflusses des Haarwechsels konnte ich in der Literatur keine Anhaltspunkte finden, es dürfte aber auch hier analog der Mauser des Geflügels eine Einwirkung auf den Grundumsatz zu erwarten sein.

Auch jahreszeitliche Einflüsse können auf den Stoffwechsel einwirken. Hierzu sind im Schrifttum Versuche verzeichnet, denen zufolge z. B. nach Maignon and Guilhon (28) beim Hund das Maximum der Oxydationsvorgänge im Frühjahr und Herbst liegt. Bei Kastrationen zu diesen Zeiten sollen die Grundumsatzsenkungen der Kastraten größer sein als bei Tieren, die zu Zeiten des minimalen Grundumsatzes kastriert worden sind.

Nach Ishida (18) liegt das Maximum des Grundumsatzes der Ratten (bei 28 Grad) im Februar (935,9 Cal.), das Minimum im August (795 Cal.). Der Umsatz wäre also im Sommer um rund 15 % niedriger als im Frühjahr.

Betrachten wir unsere Versuche unter diesem Gesichtspunkt, so muß zugegeben werden, daß auch hier ein jahreszeitlicher Faktor auf

die Ergebnisse Einfluß haben konnte. Die Kastration erfolgte zu Beginn des Jahres (Ende Januar); die fortschreitende Senkung innerhalb der ersten 4—5 Monate post operationem bis zum Minimum Ende April/Anfang Mai fiel in den gleichen Zeitraum, innerhalb dessen auch die jahreszeitliche Abnahme des GU zur Auswirkung kommt. Indessen läßt sich leicht zeigen, daß die durch Kastration bedingte Umsatzsenkung den möglichen Einfluß der Jahresperiode auf den GU sicher erheblich übersteigt. Abgesehen davon, daß sowohl unser eigener vorooperativer sowie der aus den Literaturangaben ermittelte Vergleichswert sicher niedriger als das von Ishida (18) gefundene Frühjahrsmaximum ist, lag auch unser Ende April bis Anfang Mai 1938 gefundenes Umsatzminimum zeitlich noch drei Monate vor dem Sommerminimum Ishida's (18) und zudem erheblich unter diesem. Auch begann der Energieumsatz unserer Tiere bereits im Juni 1938 wieder anzusteigen. Ferner zeigen die, 16 Monate nach der Kastration, im Juni 1939, also noch etwas später als die analogen Werte des Vorjahres vorgenommenen Messungen des Grundumsatzes gegenüber den Winter- und Frühjahrswerten unserer Tiere nur geringe Erniedrigungen um etwa 8 %. Falls also bei den kastrierten Ratten eine jahreszeitliche Periode des Grundumsatzes besteht, kann sie in unseren Versuchen höchstens etwa ⅓ der 4—5 Monate nach der Operation festgestellten Umsatzsenkung bewirkt haben.

Zur Feststellung einer etwaigen Dauerwirkung der Ovariektomie auf den Grundumsatz kommt es darauf an, den richtigen Normalwert zu Grunde zu legen, d. h. den Grundumsatzwert von unkastrierten weiblichen Albinoratten unter denselben Versuchsbedingungen. Für unseren Fall kann man, wie erwähnt, die anfangs gewonnenen Grundumsatzzahlen derselben Tiere vor der Kastration nicht verwenden, da diese für die nunmehr ausgewachsenen Ratten nicht mehr als Gradmesser einer Umsatzänderung angesehen werden können.

Gut brauchbare Werte stehen jedoch in den Vorversuchen der Büllingschen Arbeit zur Verfügung. Dort gelangten zwei ausgewachsene weibliche Normalratten zum Zwecke der Feststellung der günstigsten Versuchsbedingungen zur Untersuchung; die Teilergebnisse bei einer Umgebungstemperatur von 28 Grad Celsius dürften hier als gute Grundwerte zu erachten sein. Ihr Mittel beträgt 758 Cal/qm/Tag.

Außer diesen Werten möchte ich aber die einschlägigen Ergebnisse der, man kann wohl sagen, klassischen Meister der Stoffwechselmethodik nicht unberücksichtigt lassen. Nach F. C. Benedict und Mitarbeitern (17) bewegt sich der Grundumsatz weiblicher Ratten zwischen 600 und 700 Cal/qm/Tag. An anderer Stelle veröffentlichen Benedict und Mc. Leod (3) Normalwerte für weibliche Albinoratten von 720 Cal/qm/Tag. Weiter kommen hier Versuche von Goto (12) in Frage, die von Kraus (25) als Normalwerte für Ratten angegeben werden,

und die ebenfalls bei 28 Grad Cels., allerdings nach einer Hungerperiode von 39 Stunden, gewonnen sind (Werte siehe unten). Es stehen uns noch Ergebnisse von Abelin (1) und Miyazaki-Abelin (29) zur Verfügung, die auch bei 27—29 Grad Cels. erhalten wurden, bei deren Veröffentlichung aber eine genaue Fastenzeit nicht angegeben ist, allein die Bemerkung „Nüchternheit" (s. unten).

Aus diesen Angaben läßt sich folgender Mittelwert für den GU erwachsener weiblicher Ratten berechnen:

	GU
Nach Benedict c.s. (4)	650 Cal/qm/Tag
„ Benedict (3)	720 „ „ „
„ Goto (5 Messungen)	843 „ „ „
„ Miyazaki-Abelin	839 „ „ „
„ Abelin (3 Messungen)	848 „ „ „
„ Bülling (3 Messungen)	758 „ „ „
Mittelwert	776 Cal/qm/Tag

Vergleichen wir diesen Durchschnittswert von 776 Cal/qm/Tag mit dem Durchschnitt unserer Grundumsatzwerte der Zeit 9—16 Monate post op. von 811 Cal/qm/Tag (im Durchschnitt von 19 Messungen), so ergibt sich eine Differenz von + 35 Cal., das sind + 4,5 % für die kastrierten Tiere. Da die individuellen Schwankungen des Grundumsatzes bei Ratten etwa 10—15 % betragen, kann man hier von einer wesentlichen Aenderung des Grundumsatzes kaum sprechen.

Der respiratorische Quotient nach der Kastration.

Eine kurze Betrachtung verdient noch das Verhalten der respiratorischen Quotienten nach der Kastration, deren Mittelwerte in der folgenden Tabelle 4 für beide Tiere zusammengefaßt sind.

Tabelle 4.

Zeit der Messung	RQ
Vor der Kastration	0,715
1—10 Tage post castrat.	0,83
20 „ „ „	0,74
2 Monate „ „	0,78
3 „ „ „	0,90
4 „ „ „	0,91
5 „ „ „	0,80
9 „ „ „	0,70
10 „ „ „	0,71
12 „ „ „	0,77
16 „ „ „	0,87

Aus dieser Uebersicht geht hervor, daß der RQ, obwohl es sich stets um Versuche am nüchternen Tier handelt, gerade in demjenigen Zeitabschnitt, währenddessen der Grundumsatz unter dem Einfluß der Kastration dem Minimum zustrebt, die respiratorischen Quotienten mit durchschnittlich 0,90 verhältnismäßig hoch liegen und jedenfalls sowohl größer sind als die an normalen Tieren erhältlichen Nüchtern- bzw. Hungerquotienten, als auch als die bei unseren kastrierten Tieren selbst in den Zeitabschnitten mit normalem GU erhaltenen Werte. Nur der letzte, für 16 Mon. p. op. angegebene Mittelwert kommt dem Quotienten 0,90 einigermaßen näher. Er ist aber durch eine einzige, auch sonst von den übrigen Bestimmungen abweichende Messung nach oben verschoben. Diese auffallende Erhöhung des RQ ist wohl am wahrscheinlichsten so zu deuten, daß mit abnehmendem Erhaltungsbedarf eine vermehrte Bildung und Ablagerung von Fett in den Vordergrund tritt. Die Gewichtsbewegung der Tiere steht mit dieser Erklärung in Einklang (Tafel IV, 2).

Eine sichere Aussage über das tatsächliche Stoffwechselgeschehen hätte allerdings nur die quantitative Bestimmung des Gesamtstoffwechsels ermöglicht, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht vorgesehen war.

Ergebnis:

Die geschilderten Versuche haben also ergeben, daß eine Dauerwirkung der Kastration auf den Grundumsatz weiblicher Ratten nicht besteht. Immerhin ist die einwandfrei festgestellte vorübergehende Senkung des Energiebedarfs, die sich über die 4—5 auf den Eingriff folgenden Monate erstreckt, im Verein mit dem in dieser Periode wahrscheinlichen Hervortreten des Fettansatzes beachtlich. Es würde sich hieraus, soweit überhaupt die Befunde an Ratten auf andere langlebigere Tierarten, insbesondere Nutztiere, übertragen werden können, ergeben, daß die Kastration solcher Tiere gerade in demjenigen Zeitraum sich auf den Stoffansatz günstig auswirken könnte, der für Mastzwecke vorwiegend in Betracht kommt.

Zusammenfassung.

Es wurde der Grundumsatz zweier kastrierter Ratten im Anschluß an die Operation über einen Zeitraum von 16 Monaten verfolgt. Die durch die Kastration bedingten Aenderungen lassen sich in drei gut abgrenzbare Perioden teilen:

1. Sofort nach dem Eingriff ist der Umsatz infolge der Nachwirkungen der Narkose und des Gewebszerfalls im Operationsgebiet um durchschnittlich 27,3 % erniedrigt. Er steigt im Verlauf weniger Tage wieder zum Ausgangswert oder etwas über denselben an. 20 Tage nach der Operation sind die direkten postoperativen Aenderungen abgeklungen.
2. Im Verlauf der folgenden Monate sinkt der Umsatz der kastrierten Ratten erneut langsam ab und erreicht 4—5 Monate post castrationem einen Minimalwert, der ungefähr 27 % unter dem Mittelwert gleich alter nicht kastrierter Tiere liegt. Es wird gezeigt, daß diese Senkung nicht durch sekundäre, z. B. jahreszeitliche Einflüsse bedingt ist, sondern dem Ausfall der Keimdrüsen zugeschrieben werden muß. Diese Senkung des Grundumsatzes besteht aber nicht längere Zeit fort, sondern geht im Verlauf weiterer 4—5 Monate praktisch völlig zurück, so daß etwa 9—10 Monate nach der Ovariektomie der Normalwert des Energieumsatzes wieder erreicht wird.
3. Von diesem Zeitpunkt an bleibt der Umsatz, von den geringen physiologischen Schwankungen abgesehen, konstant. Eine Dauerwirkung der Kastration auf den Energieumsatz findet also nicht statt.
4. Die Versuche lassen es als wahrscheinlich erscheinen, daß in der Periode der Umsatzsenkung eine gewisse Vermehrung der Kohlehydrat-Fett-Umwandlung stattfindet.

Zum Schlusse dieser Arbeit ist es mir ein Bedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Paechtner für die Ueberlassung der Arbeit sowie für das lebhafte Interesse, das er meinen Versuchen entgegengebracht hat, zu danken.

Mein Dank gilt gleichfalls Herrn Dr. Gürsching, der in immer freudiger Hilfsbereitschaft den Doktoranden des Instituts mit Rat und Tat zur Seite steht.

Schrifttum.

1. **Abelin:** Biochem. Ztschr. **137**, 273 (1923).
2. **Arvax, A.:** Bioch. Ztschr. **237**, 199—213 (1931).
3. **Benedict, F. G.** and **Mc. Leod:** Journ. Nutrit., **1**, 343, 367 (1929).
4. **Benedict, F. G.** and **Grace, Mc. Leod:** Nutrit Lab. of the Carneg. Inst. of Wash. (1928).
5. **Benedict, F. G.** and **Petrik, J. M.:** Americ. Journ. of Physiol. III, 662 (1930).
6. **Bertschi, H.:** Bioch. Ztschr. **106**, 37 (1920).
7. **Bijlsma, U. G.:** Arch. intern. Pharmac. Dyn. **35**, 13—29 (1928).
8. **Bülling, F.:** Dissert. Mü. (1938).
9. **Chahovitch, X.** et **M. Vichnyitch:** Cpt. rend. des seances de la Biol., **98** (13) S. 1153—1155 (1928).
10. **Dagliotti, V.:** Ann. Ostetr. (Genova) **55**, 367—386 (1933).
11. **Fraser, A. C.** und **Wiesner, B. P.:** Proc. Roy. Soc. Edinbg., **50**, 1—7 (1930).
12. **Goto, Kiko:** Bioch. Z. **136**, 107 (1923).
13. **Gumbrecht, P.** und **A. Loeser:** Naunyn-Schmiedebg. Arch. **189**, 345—386 (1938).
14. **Hemmingsen, A.:** Skand. Arch. Physiol. **67**, 137; **68**, 89 (1933).
15. **Heyn:** Arch. f. Gynäkol. **69**, 3 (1927).
16. **Hornung, R.:** Zbl. Gynäkol. **5**, 2971 (1927).
17. **Horst, K., L. B. Mendel** and **F. G. Benedict:** Journ. Nutrit. **3**, 177 (1930).
18. **Ishida, K.:** Mitt. med. Akad. Kioto IV 151—164 (1930).
19. **King, J. T.:** Bull. Hopkins Hosp. **39**, 281 (1926).
20. **Kleiber, M.** and **F. I. Sanders:** Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 36, 377 bis 380 (1937).
21. **Klein, W.** und **M. Steuber:** Die gasanalyt. Meth. des dynam. Stoffwechs. (1925).
22. **Koch, W.:** Hormone und Hormontherapie, München 1939.

23. **Korenchevsky, V.**: Brit. Journ. of exp. path. 6, S. 31—35 (1935).
24. **Kraul, L.** und **G. Halter**: Z. f. Geburtsh. 87, 606 (1924).
25. **Krauß, E.**: Lehrbuch der Stoffwechs.-Method. I. (1928).
26. **Loewy, A.** und **R. Richter**: Arch. f. Anat. u. Physiol. 174 (1899).
27. **Lüthje, H.**: Arch. f. exper. Path. u. Pharmac. 48, 184 (1902).
28. **Maignon, F.** et **J. Guilhon**: Ann. de Physiol. 7, 310—313 (1931).
29. **Miyazaki** u. **Abelin**: Biochem. Ztschr. 149, 409.
30. **Paechtner, J.**: Respiratorische Stoffw.-Forsch. (1909).
31. **Paechtner, J.**: Der Gaswechsel. Handb. d. Ernähr. u. d. Stoffw. d. landw. Nutztiere III, 365—437 (1931).
32. **Patzek, L.**: Comt. rend. Soc. Biol. Paris, 100, 1250 (1929).
33. **Plaut, R.**: Deutsch. Arch. f. Klin. Med. 142, 266 (1924).
34. **Reis, M.**: Die Hormonforschung und ihre Meth. (1934).
35. **Schneider, E.** u. **Th. Straaten**: Arch. Klin. Chir. 149, H. 4, 774—792 (1928).
36. **Trendelenburg**: Die Hormone, ihre Physiologie und Pharmakologie, Bd. I und II (1934).
37. **Tsubura, Sh.**: Biochem. Z. 143, 248 (1923).
38. **Wollschitt, H., Bothe, W., Ruska, H., Schenk, J. G.**: Naunyn-Schmiedeberg Arch. 177, 635 (1935).
39. **Wollschitt, H.** u. **Kramer**: Naunyn-Schmiedeberg Arch. 178, 378 (1935).
40. **Zuntz, L.**: Dtsch. Zeitschrft. f. Chir. 85, 250—284 (1908).
41. **Zuntz** u. **Loewy, A.**: Lehrb. d. Physiologie.

Anhang.

Tafel I: Protokollauszug Ratte I.

Tafel II: Protokollauszug Ratte II.

Tafel III: Graphische Darstellungen der monatlichen Mittel beider Ratten.

Tafel IV: Graphische Darstellung

1. Grundumsatz der durchschnittlichen monatlichen Mittel, errechnet aus den GU-Werten beider Ratten.
2. Bewegung des Körpergewichtes.

Tafel I.

Protokollauszug: Ratte I.

Gewicht in g	Datum	Ventilations - Vol. L	Temp.	Barometer korrig.	Druck im TK korr.
150	18. 1. 38	8,8	20,8	719,1	723,5
150	20. 1. 38	13,1	20,8	722,7	727,1
152	22. 1. 38	12,3	19,2	730,0	734,4
153	24. 1. 38	12,3	17,9	731,5	734,8
145	26. 1. 38	11,8	20,2	718,3	721,6
156	27. 1. 38	11,1	20,0	709,7	713,3
147	28. 1. 38	12,2	19,8	714,7	718,0
153	1. 2. 38	11,9	19,2	713,4	717,0
159	5. 2. 38	13,6	19,0	730,1	733,7
166	14. 2. 38	14,8	21,2	712,6	716,3
156	24. 3. 38	8,4	20,9	720,1	724,2
157	25. 3. 38	21,6	21,8	716,5	720,8
164	27. 3. 38	17,9	21,7	718,9	723,2
156	31. 3. 38	16,7	21,8	722,6	726,9
158	1. 4. 38	16,3	21,4	724,7	729,0
171	19.. 4. 38	17,2	19,3	718,0	722,7
171	24. 4. 38	17,5	19,9	715,9	721,1
179	7. 5. 38	21,9	22,3	713,6	718,8
181	16. 5. 38	15,0	23,5	721,0	726,2
183	18. 6. 38	16,8	18,3	720,8	726,0
193	24. 6. 38	13,1	20,8	719,6	724,8
180	26. 6. 38	14,8	21,3	718,2	723,4
200	30. 10. 38	19,0	17,4	714,0	718,4
199	1. 11. 38	16,7	18,8	715,2	720,3
204	26. 11. 38	15,2	17,2	716,8	722,0
199	9. 12. 38	20,0	17,0	712,7	718,6
197	11. 12. 38	18,5	17,0	712,4	718,3
188	17. 12. 38	17,1	17,0	724,2	730,1
210	15. 1. 39	23,2	16,6	715,3	721,2
217	22. 1. 39	17,7	14,0	714,1	719,9
202	29. 1. 39	18,7	14,5	715,7	721,6
188	16. 6. 39	17,4	16,8	713,7	718,2

Tafel I.

Protokollauszug: Ratte I.

Interferometer		Analysen		O_2-Verbrauch		GU
t'_1	t'_2	$-O_2$%	$+CO_2$%	L/Std.	RQ	Cal/qm/Tag
29,3	142,4	2,05	2,06	0,225	0,71	896
18,4	87,4	1,86	1,26	0,212	0,68	918
20,0	97,5	1,99	1,39	0,215	0,70	927
17,0	89,9	1,68	1,27	0,184	0,76	803
15,3	72,2	1,60	1,03	0,160	0,66	705
17,7	122,2	1,82	1,80	0,173	0,99	788
16,2	104,0	1,66	1,53	0,173	0,92	809
22,7	112,6	2,31	1,64	0,238	0,71	1020
17,2	92,9	1,71	1,36	0,205	0,79	879
16,2	82,8	1,67	1,22	0,211	0,73	864
22,2	116,1	2,24	1,68	0,162	0,75	697
9,1	43,4	0,95	0,64	0,174	0,68	712
10,1	52,5	1,03	0,77	0,158	0,75	659
10,1	52,6	1,03	0,84	0,149	0,83	652
9,1	58,6	0,93	0,85	0,131	0,91	581
11,1	63,6	1,13	0,92	0,175	0,81	719
9,1	59,6	0,91	0,87	0,138	0,96	585
6,1	41,4	0,64	0,61	0,118	0,96	491
9,6	66,0	0,98	0,95	0,126	0,98	518
12,1	55,6	1,24	0,81	0,182	0,65	686
16,2	81,9	1,65	1,19	0,87	0,72	692
10,1	67,2	1,05	0,99	0,133	0,94	546
15,1	67,7	1,52	0,98	0,252	0,65	891
15,1	76,8	1,55	1,12	0,225	0,72	815
20,2	91,6	2,04	1,32	0,271	0,65	952
12,1	62,6	1,24	0,91	0,216	0,73	788
14,6	69,7	1,49	0,97	0,240	0,65	861
10,6	63,1	1,08	0,93	0,163	0,86	639
10,1	56,6	1,16	0,82	0,235	0,71	821
14,1	80,8	1,43	1,16	0,225	0,81	788
13,7	74,7	1,36	1,07	0,226	0,79	828
11,1	76,8	1,13	1,12	0,173	0,97	694

Tafel II.

Protokollauszug: Ratte II.

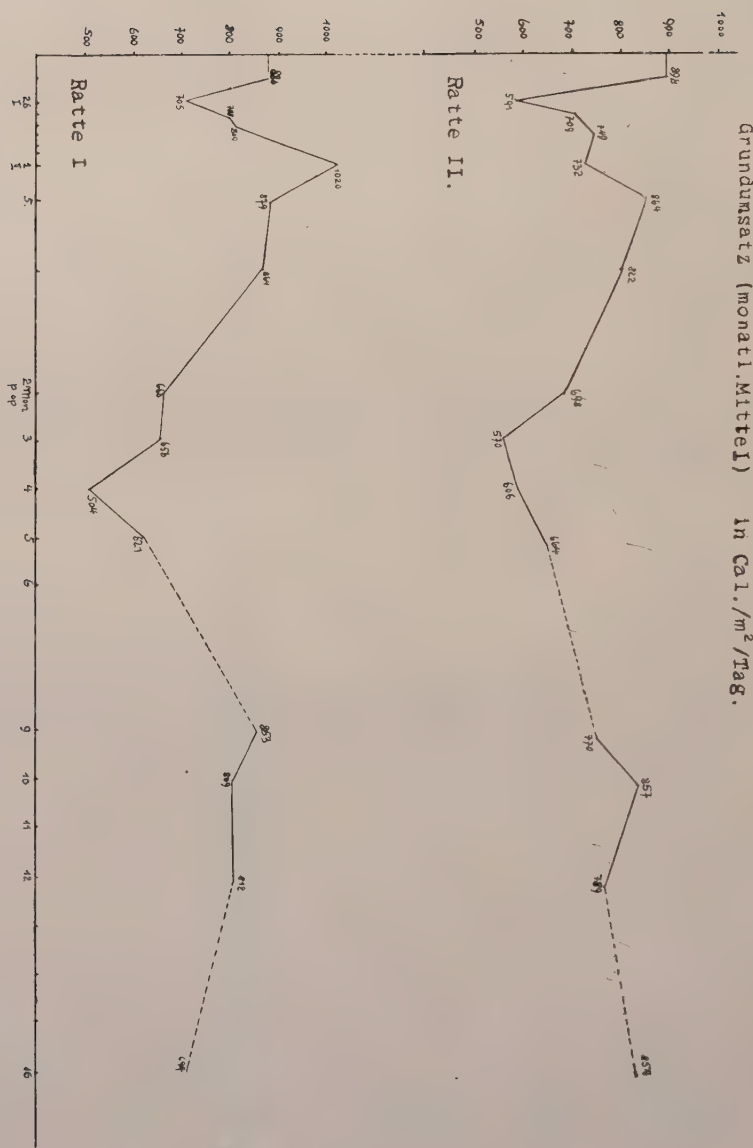
Gewicht in g	Datum	Ventilations - Vol. L	Temp.	Barometer korrig.	Druck im TK korr.
141	18. 1. 38	10,0	21,0	719,6	723,99
140	20. 1. 38	12,2	21,2	722,6	727,0
143	22. 1. 38	11,8	19,4	730,0	734,4
146	24. 1. 38	12,5	17,4	730,6	733,9
143,0	26. 1. 38	12,5	20,2	718,4	721,7
137	27. 1. 38	11,6	19,5	709,4	712,7
133	29. 1. 38	12,6	20,0	704,4	707,7
130	2. 2. 38	13,1	20,0	717,5	721,1
134	5. 2. 38	14,5	19,8	729,3	732,9
143	16. 2. 38	12,7	22,4	716,7	720,4
147	24. 3. 38	8,1	21,4	720,9	724,8
153	25. 3. 38	7,5	22,2	715,0	719,1
157	27. 3. 38	18,0	21,1	720,0	724,4
150	31. 3. 38	16,6	21,3	722,2	726,6
158	20. 4. 38	19,7	20,5	718,1	722,8
164	24. 4. 38	17,4	19,9	716,5	721,6
166	7. 5. 38	18,6	21,5	712,8	718,0
174	25. 6. 38	12,6	20,5	718,8	724,0
175	26. 6. 38	14,9	21,8	717,4	722,6
171	1. 11. 38	17,0	18,2	714,0	719,2
168	3. 11. 38	7,5	19,4	719,7	724,9
185	11. 12. 38	18,5	16,2	712,5	718,4
180	17. 12. 38	14,4	17,7	724,0	729,9
190	15. 1. 39	20,7	16,6	715,3	721,2
211	22. 1. 39	17,5	13,5	713,1	719,0
201	29. 1. 39	17,6	14,6	715,7	721,6
206	13. 6. 39	21,5	20,0	711,9	715,2
202	16. 6. 39	15,9	17,4	713,8	718,2

Tafel II.

Protokollauszug: Ratte II.

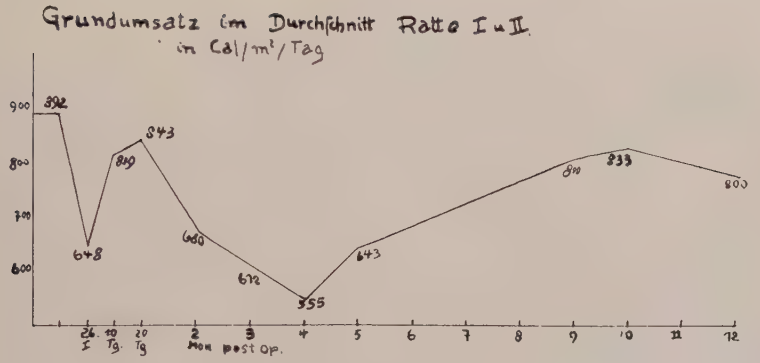
Interferometer		Analysen		O_2-Verbrauch		GU
t'_1	t'_2	$-O_2{}^0/_0$	$+CO_2{}^0/_0$	L/Std.	RQ	Cal/qm/Tag
23,0	116,1	2,33	1,67	0,200	0,72	903
19,5	90,9	1,98	1,32	0,208	0,67	942
18,1	91,9	1,82	1,31	0,189	0,72	856
17,9	95,4	1,77	1,34	0,196	0,76	882
11,9	67,6	1,22	0,84	0,132	0,68	591
14,3	88,9	1,48	1,31	0,146	0,88	709
14,1	74,8	1,47	1,11	0,157	0,75	749
12,6	68,7	1,30	1,10	0,147	0,85	732
14,1	75,8	1,42	1,08	0,181	0,76	864
16,2	85,3	1,66	1,25	0,180	0,75	823
25,2	118,2	2,57	1,72	0,181	0,67	664
25,4	133,8	2,54	1,94	0,162	0,77	709
9,7	62,0	0,99	0,90	0,154	0,91	687
11,1	64,3	1,14	0,93	0,164	0,82	734
7,1	46,5	0,73	0,68	0,124	0,93	554
8,1	51,5	0,83	0,75	0,125	0,90	587
8,1	48,5	0,84	0,71	0,133	0,85	606
17,2	84,8	1,76	1,24	0,152	0,70	598
10,6	72,7	1,10	1,07	0,140	0,97	690
14,1	68,7	1,45	1,00	0,214	0,69	851
25,9	141,2	2,6	2,05	0,167	0,78	691
14,6	67,7	1,49	0,98	0,242	0,66	906
15,8	84,4	1,57	1,22	0,203	0,77	808
10,1	60,6	1,16	0,88	0,210	0,76	794
13,6	77,8	1,38	1,12	0,214	0,81	765
14,1	73,7	1,43	1,06	0,223	0,74	808
13,1	69,7	1,35	1,02	0,244	0,75	874
16,2	90,9	1,65	1,32	0,228	0,79	835

Tafel III.

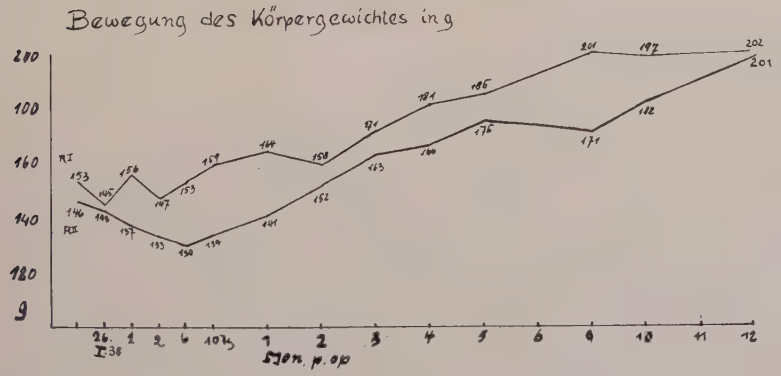

Grundumsatz (monatl.Mittel) in Cal./m²/Tag.
Ratte II.
Ratte I
2 Mon. p op

Tafel IV.

1)


Grundumsatz im Durchschnitt Ratte I u II
in Cal/m²/Tag
900
800
700
600
892
648
849
843
680
672
555
643
810
833
800
26. I
10 Tg.
20 Tg
2 Mon post op.
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

2)


Bewegung des Körpergewichtes in g
200
100
160
140
120
g
RI
RII
153
145
156
167
153
159
164
158
171
181
185
201
197
202
146
148
137
133
130
134
141
152
163
160
175
171
182
201
26. I 38
1
2
6
10 Tg
1
2
3
4
5
6
9
10
11
12
Mon. p. op

Lebenslauf.

Am 7. Dezember 1912 wurde ich in Langensalza als Sohn des jetzigen Oberzollinspektors Friedrich Warnecke und seiner Ehefrau Emilie geb. Henze geboren. Nach Besuch der Volksschule in Weimar, des Karl-Friedrich-Gymnasiums in Eisenach, des Realgymnasiums in Apolda und der Deutschen Aufbauschule in Jena erhielt ich 1934 das Reifezeugnis der letztgenannten Anstalt.

Nach Ableistung der einhalbjährigen Arbeitsdienstzeit bezog ich im Herbst 1934 die Ludwig-Maximilian-Universität in München und bestand am 10. Juni 1939 die tierärztliche Prüfung.

München, den 22. Juni 1939.

Gerhard Warnecke.